

УДК 621.86

Піскор А. – ст. гр. МТмс-61

Тернопільський національний технічний університет імені Івана Пулюя

МОДЕЛЮВАННЯ ПОВЕРХНІ ГОФРОВАНИХ ГВИНТОВИХ ЗАГОТОВОК

Науковий керівник: к.т.н. Дячун А. Є.

Piskor A.

Ternopil Ivan Pul'uj National Technical University

MODELING OF THE CORRUGATED SPIRAL BLANKS' SURFACE

Supervisor: Cand. Sci. (Tech.) Dyachun A. Ye.

Ключові слова: моделювання, гофрована гвинтова заготовка.

Keywords: modelling, corrugated spiral blank.

Гофровані гвинтові заготовки (ГГЗ) вирізняються складністю і різноманітністю своїх форм та типорозмірів. Крім цього, під час розрахунку і моделювання теплообмінників чи динамічних процесів змішування сипких речовин із використанням ГГЗ, значну роль для забезпечення їх надійності відіграє співвідношення між геометричними параметрами профільних гвинтових заготовок. Усе вищевказане призводить до необхідності створення математичної та комп'ютерної моделі поверхні ГГЗ.

Процес формування ГГЗ можна розглядати як сукупність чотирьох рухів чотирьох ланок системи, що представлена на рисунку 1. При цьому, дана система характеризується такими рухами: обертання ланки 2 відносно основи 1, вертикальний прямолінійний рух ланки 3 по ланці 2, горизонтальний прямолінійний рух ланки 4 через ланку 3, прямолінійний вертикальний рух ланки 5 через ланку 4. Введемо наступні системи координат: $Oxyz$ – пов'язана з основою, $O_1x_1y_1z_1$ – пов'язана з ланкою 2. У початковому положенні система координат $O_1x_1y_1z_1$ збігається з $Oxyz$ ($Ox_1^0y_1^0z_1^0$). На ланці 3 введемо систему координат $O_2x_2y_2z_2$, на ланці 4 – систему координат $O_3x_3y_3z_3$, а на ланці 5 – систему координат $O_4x_4y_4z_4$. Введемо наступні змінні координати: φ - кут повороту ланки 2, $S_1 = O_1O_2$ - переміщення ланки 3, $S_2 = O_2O_3$ - переміщення ланки 4, $S_3 = O_3O_4$ - переміщення ланки 5. Координати точки B в системі координат $O_4x_4y_4z_4$ описується чотирикоординатним вектором:

$$\vec{r}_{B4} = (x_{B4}; y_{B4}; z_{B4}; 1)^T. \quad (1)$$

Матриці переходу між сусідніми координатами представляємо згідно рисунка 1 наступним чином:

$$\bar{D}_1 = \begin{pmatrix} \cos \varphi & -\sin \varphi & 0 & 0 \\ \sin \varphi & \cos \varphi & 0 & 0 \\ 0 & 0 & 1 & 0 \\ 0 & 0 & 0 & 1 \end{pmatrix}; \bar{D}_2 = \begin{pmatrix} 0 & 1 & 0 & 0 \\ 0 & 0 & 1 & 0 \\ 1 & 0 & 0 & S_1 \\ 0 & 0 & 0 & 1 \end{pmatrix}; \bar{D}_3 = \begin{pmatrix} 0 & 1 & 0 & 0 \\ 0 & 0 & 1 & 0 \\ 1 & 0 & 0 & S_2 \\ 0 & 0 & 0 & 1 \end{pmatrix}; \bar{D}_4 = \begin{pmatrix} 0 & 0 & 1 & 0 \\ 1 & 0 & 0 & S_3 \\ 0 & 1 & 0 & 0 \\ 0 & 0 & 0 & 1 \end{pmatrix}. \quad (2)$$

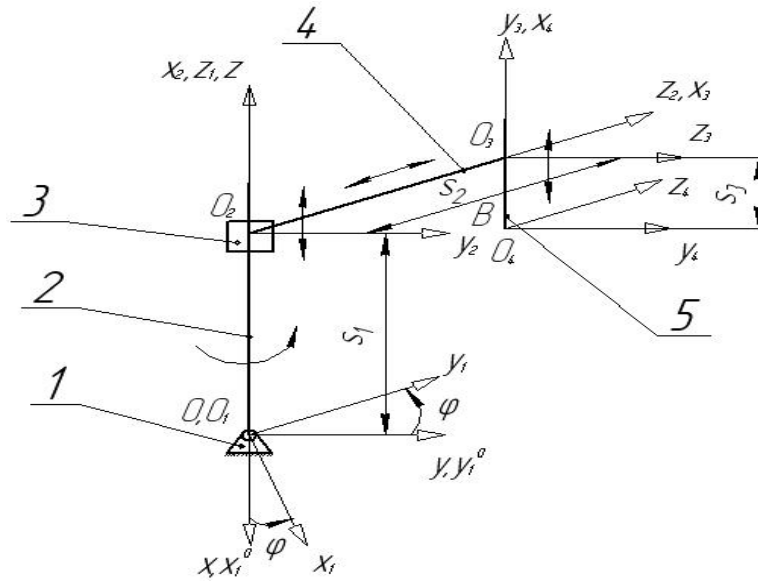


Рис. 1. Схематичне представлення процесу формоутворення гофрованих гвинтових заготовок

Координати точки B в системі координат $Ox_2y_2z_2$:

$$\vec{r}_B = \begin{pmatrix} -\sin \varphi \cdot S_2 \\ \cos \varphi \cdot S_2 \\ S_3 + S_1 \\ 1 \end{pmatrix}. \quad (3)$$

У нашому випадку:

$$\varphi = \omega \cdot t, \quad (4)$$

де ω - частота обертання ланки 2; t - час.

Переміщення ланок 3 і 4 визначаємо наступним чином:

$$S_1 = V_1 \cdot t; \quad S_2 = V_2 \cdot t, \quad (5)$$

де V_1 - швидкість пересування ланки 3; V_2 - швидкість пересування ланки 4.

Переміщення ланки 5 носить коливальний характер:

$$S_3 = A \cdot \sin(k \cdot \omega \cdot t), \quad (6)$$

де A - максимальний хід ланки 5; k - кількість гофр на одному витку ГГЗ.

Тоді математичну модель поверхні ГГЗ можна представити у параметричному вигляді наступним чином:

$$F(t, r) = \begin{pmatrix} (-V_2(t) \cdot t + r) \cdot \sin(\omega \cdot t + \varphi_0) \\ (V_2(t) \cdot t - r) \cdot \cos(\omega \cdot t + \varphi_0) \\ A(t, r) \cdot \sin(k \cdot \omega \cdot t) + V_1 \cdot t \end{pmatrix}, \quad (7)$$

де φ_0 - початковий кут формування ГГЗ; r - змінний радіус ГГЗ.

Причому r змінюється від R_6 до R_3 , де R_6 - внутрішній радіус ГГЗ, а R_3 - зовнішній радіус ГГЗ. За таким же принципом можна задати геометрію будь-якої ГГЗ, в якій рівняння твірної диференційоване на всьому проміжку, при цьому ширина стрічки може бути постійною і змінною по всій довжині ГГЗ.